

**PENERAPAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN  
METODE EQUAL COST MULTI PATH (ECMP) PADA JARINGAN  
SEMESTA GROUP**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Program Studi informatika Fakultas Komunikasi dan Informatika**

**Oleh:**

**ANGGA PRATAMA**

**L200150065**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

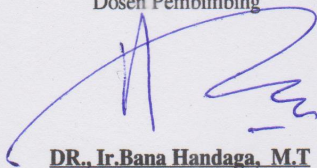
**PENERAPAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN  
METODE EQUAL COST MULTI PATH (ECMP) PADA JARINGAN  
SEMESTA GROUP**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**ANGGA PRATAMA**  
**L200150065**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:  
Dosen Pembimbing

  
**DR., Ir. Bana Handaga, M.T**

**NIK.793**

26/8/2020



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENERAPAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN  
METODE EQUAL COST MULTI PATH (ECMP) PADA JARINGAN  
SEMESTA GROUP**

OLEH  
**ANGGA PRATAMA**  
L200150065

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Komunikasi dan Informatika  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Senin., 1 Februari 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Nurgiyatna, S.T, M.Sc., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Devi Afriyantari, S.Kom, M.Sc

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Dr. Ir. Bana Handaga, M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan  
Fakultas Komunikasi dan Informatika



Nurgiyatna, S.T, M.Sc., Ph.D  
881



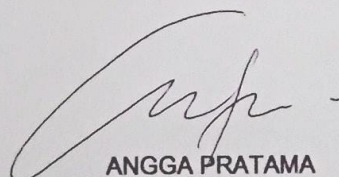
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25-01- 2021

Penulis



**ANGGA PRATAMA**

L200150065

# **PENERAPAN LOAD BALANCING MENGGUNAKAN METODE EQUAL COST MULTI PATH (ECMP) PADA JARINGAN SEMESTA GROUP**

## **Abstrak**

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi yang begitu cepat membawa banyak perubahan terhadap aktivitas manusia. Banyak perusahaan hari ini yang menggunakan dua jalur koneksi. Meskipun suatu perusahaan sudah memanfaatkan penggunaan kedua *link* koneksi *internet*, muncul permasalahan baru jika salah satu *link* mengalami gangguan. Seperti halnya pada kantor utama Semesta Group yang memiliki dua koneksi atau *link internet*, dalam pelaksanaannya sering terjadinya masalah saat mengakses *internet* dan sistem informasi, disebabkan penuhnya trafik karena diakses secara bersamaan. Kendala kedua ketika salah satu *link* koneksi mengalami gangguan maka divisi yang menggunakannya akan terhambat pekerjaannya. Maka dari itu diperlukan “Penerapan *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)* Pada Jaringan Semesta Group”. Load balancing merupakan teknik pendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi, agar trafik dapat berjalan lebih baik, dengan metode *ECMP* memungkinkan pemindahan koneksi secara otomatis saat salah satu koneksi mengalami gangguan ke koneksi yang aktif. Akan diimplementasikan pada kantor kantor utama Semesta Group. Penerapat *load balancing* menggunakan metode *ECMP* pada jaringan Semesta Group dapan berjalan dengan baik dengan perbandingan *gateway* 5:1 yaitu 100 Mbps *link* pertama dan 20 Mbps *link* kedua. Efek *failover* pada jaringan Semesta Group berjalan dengan baik ketika koneksi salah satu *link* terputus secara otomatis koneksi akan di pindahkan ke *link* yang aktif.

**Kata kunci :** *Load Balancing, failover, ECMP, mikrotik*

## **Abstract**

Today the development of information technology is so fast that it brings many changes to human activities. Many companies today use two connection lines. Even though a company has taken advantage of the use of both internet connection links, new problems arise if one of the links experiences interference. As in the main office of the Semesta Group which has two internet connections or links, in its implementation problems often occur when accessing the internet and information systems, due to full traffic because they are accessed simultaneously. The second obstacle is when one

of the connection links is interrupted, the division using it will be hampered by its work. Therefore, it is necessary to "Implement Load Balancing Using the Equal Cost Multi Path (ECMP) Method in the Semesta Group Network". Load balancing is a technique of distributing traffic loads on two or more connection lines, so that traffic can run better, the ECMP method allows automatic connection switching when one of the connections is interrupted to an active connection. Will be implemented in the main office of the Semesta Group. The load balancing application using the ECMP method on the Semesta Group network can run well with a 5: 1 gateway ratio, namely 100 Mbps on the first link and 20 Mbps on the second link. The failover effect on the Semesta Group network goes well when the connection to one of the links is lost automatically the connection will be moved to the active link.

**Keywords:** *Load Balancing, failover, ECMP, mikrotik*

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi yang begitu cepat membawa banyak perubahan terhadap aktivitas manusia. Pemanfaat teknologi informasi yang sangat luas dan semakin berkembang kususny dalam bidang jaringan komputer yang memungkinkan seseorang dapat berkomunikasi dan berbagi data dengan yang lainnya, perusahaan satu dengan yang lain dapat terhubung, bahkan tidak hanya lingkup lokal namun mencakup lingkup internasional yang dikenal dengan *internet*.

*Internet* dari awal diciptakan sampai saat ini telah membawa zaman pada era yang sangat maju, membantu dan memudahkan aktivitas manusia dalam bidang, pendidikan, bisnis, militer, otomotif, industri dan lainnya. Kini kebanyakan orang tidak bisa lepas dari *internet* karena memang sangat dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan.

Semesta Group adalah perusahaan yang berfokus pada bisnis franchise makanan dan minuman yang telah memiliki mitra di seluruh Indonesia. Semesta Group memiliki beberapa divisi bagian, diantaranya Staff HRD, Divisi Marketing, Divisi Customer Service, Divisi MCC, Research and Development, Digital Printing, Sablon, Staff Packing Gudang.

Setiap divisi memiliki perangkat yang digunakan untuk mendukung pekerjaan seperti, Komputer, Laptop, Smartphone yang semuanya terhubung dengan *internet*. Kantor utama Semesta Group bertempat di Waringing Rejo RT04, RW.22, Ngruki, Cemani, Kec. Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah dan kantor kedua di Jl. Sidomukti No.103, Cemani, Kec. Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah.

Banyak perusahaan hari ini yang menggunakan dua jalur koneksi atau *link* untuk menunjang kelancaran dalam usahanya supaya berjalan dengan baik. Beberapa perusahaan menggunakan *link* tersebut sebagai *link* utama dan *link* kedua sebagai cadangan sehingga apabila *link* utama terjadi *trouble*, koneksi akan di alihkan ke *link* cadangan. Ada juga perusahaan yang menggunakan dua *link* koneksi untuk masing-masing divisi misalkan divisi A menggunakan *link* utama dan divisi B menggunakan *link* cadangan.

Dalam penelitiannya yang berjudul “Implementasi Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (*ECMP*) Pada Interkoneksi Jaringan” Muhammad Khoirul Anwar dan Ida Nurhaida (2019) mengatakan bahwa masalah yang sering terjadi dari penggunaan *internet* adalah masalah koneksi yang tidak stabil. Meskipun suatu perusahaan sudah memanfaatkan penggunaan kedua *link* koneksi *internet* untuk dipakai bersamaan tetapi memunculkan permasalahan baru jika salah satu *link* mengalami gangguan. Gangguan tersebut dapat terjadi pada *router* atau *link* koneksi *internet* yang digunakan serta trafik pada *link* koneksi mengalami *overload*.

Seperti halnya pada kantor utama Semesta Group yang memiliki dua koneksi atau *link internet* yang di manfaatkan secara terpisah beberapa divisi menggunakan koneksi *link* pertama dan divisi yang lain menggunakan *link* koneksi kedua. Dalam pelaksanaannya sering terjadinya masalah saat mengakses *internet* dan sistem informasi disebabkan penuhnya trafik karena diakses secara bersamaan. Kendala kedua ketika salah satu *link* koneksi mengalami gangguan maka divisi yang menggunakannya akan terhambat pekerjaannya. Maka dari itu diperlukan

“Penerapan *Load Balancing* Menggunakan Metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)* Pada Jaringan Semesta Group”. *Load balancing* merupakan teknik pendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi, agar trafik dapat berjalan lebih baik, dengan metode *ECMP* memungkinkan pemindahan koneksi secara otomatis saat salah satu koneksi mengalami gangguan ke koneksi yang aktif, sehingga seolah-olah tidak terjadi apa-apa sehingga pekerjaan tetap berjalan dengan baik.

Darmawana dan Teguh Imantob (2017), *Load balancing* merupakan suatu teknik yang digunakan untuk memisahkan antara dua atau banyak *network link*. Dengan mempunyai banyak *link* maka optimalisasi utilisasi sumber daya, *throughput*, atau *response time* akan semakin baik karena mempunyai lebih dari satu *link* yang bisa saling mem-*backup* pada saat *network down* dan menjadi cepat pada saat *network normal* jika memerlukan 100% koneksi *uptime* dan yang menginginkan koneksi *upstream* yang berbeda dan dibuat saling mem-*backup*.

“ECMP merupakan *"persistent per-connection load balancing"* atau *"per-src-dst-address combination load balancing"*. Begitu salah satu *gateway unreachable* atau terputus, *check-gateway* akan menonaktifkan *gateway* tersebut dan menggunakan *gateway* yang masih aktif, sehingga kita bisa mendapatkan *effect failover*.” (mikrotik.id. Load Balance metode ECMP. Diakses pada Agustus, 12, 2020, dari [http://www.mikrotik.co.id/artikel\\_lihat.php?id=76](http://www.mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=76))

Menurut A. R. Gumelar, Anton dan U. Radiyah menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa dari pengujian metode *ECMP (Equal Cost Multi Path)* yang telah dilakukan mampu membagi beban ketika ada salah satu *link* atau jalur mengalami putus koneksi. Menurut Muhammad Fauzi Zurkarnaen dan M. Iqbal Isnaini (2018), *Load balancing* dengan metode *ECMP* tidak mengakumulasi *bandwidth* tapi membagi beban jaringan menjadi sama rata berdasarkan perbandingan kecepatan tiap *link internet*.

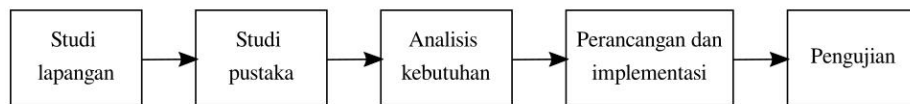
Menurut Rahmad Dani dan Fajar Suryawan (2017), *failover* merupakan kemampuan sebuah sistem untuk berpindah secara manual atau otomatis jika salah



satu sistem mengalami kegagalan sehingga sistem lain menjadi *backup* bagi sistem yang mengalami kegagalan. Menurut R. Pambudi dan M. A. Muslim (2017), *failover* dapat memindahkan jalur akses secara otomatis.

## 2. METODE

Metodologi penelitian yang dilakukan dalam implementasi menggunakan rancangan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan penelitian

Gambar 1 menjelaskan alur perancangan jaringan komputer dikantor Semesta Group, yaitu sebagai berikut:

Tahap pertama yaitu studi lapangan. Studi lapangan dilakukan dengan melihat jaringan kantor Semesta Group dan mewawancarai salah satu Founder Semesta Group yang memiliki 2 (dua) *link internet* namun tidak digunakan secara optimal yaitu tidak ada penerapan *load balancing* dan *failover*.

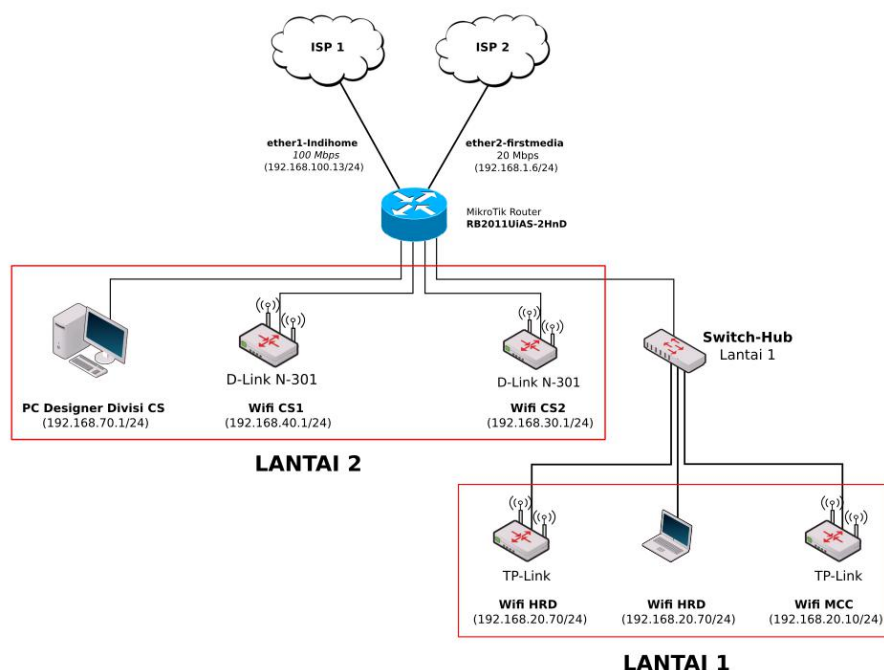
Topik dari penelitian ini adalah penerapan *load balancing* dengan metode *ECMP*. Tahap kedua yaitu studi pustaka, pada tahap ini penulis mencari informasi terkait dengan penelitian yang dilakukan. Informasi tersebut diperoleh dari buku, tesis, jurnal dan *website* mikrotik Indonesia.

Tahap ketiga yaitu analisis kebutuhan. Tahap ini dilakukan untuk menentukan *software* dan *hardware* apa yang digunakan dalam penelitian ini. Load balancing dengan metode *ECMP* adalah salah satu fitur pada *router* Mikrotik yang menggunakan 2 atau lebih *link* koneksi yang dapat memberikan efek *failover*, yaitu jika salah satu koneksi terputus, koneksi akan di pindahkan ke *link* yang aktif. Spesifikasi perangkat yang dibutuhkan untuk penerapan *load balancing* dengan metode *ECMP* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat

No.	Spesifikasi perangkat	Keterangan
1.	Ubuntu OS 20.04	Sistem operasi laptop pengguna
2.	MikroTik RB2011UiAS-2HnD	<i>router</i> yang digunakan untuk perancangan
3.	Mikrotik <i>router</i> OS Level 5	Sistem operasi mikrotik RB2011UiAS-2HnD
4.	Winbox v3.24	Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan konfigurasi <i>router</i> mikrotik.
5.	Kabel UTP	Media transmisi perancangan ini

Tahap keempat yaitu perancangan dan implementasi. Pada tahap perancangan penulis membuat topologi *load balancing* dengan metode *ECMP* dan topologi jaringan yang akan diimplementasikan pada kantor kantor utama Semesta Group. Topologi jaringan yang akan digunakan sebagaimana dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Topologi Load Balancing metode *ECMP*

Kantor Semesta Group memiliki 2 *link* koneksi dari *provider* yang berbeda dan memiliki jumlah *bandwidth* yang berbeda yaitu 100 *Mbps* untuk *link* koneksi pertama dan 20 *Mbps* untuk *link* koneksi kedua yang pada penelitian ini akan diterapkan perbandingan *gateway* 5:1 dengan *link* yang berfungsi untuk membagi beban penggunaan *bandwidth*.



Gambar 3. Topologi Jaringan Kantor Utama

Gambar 2 dan 3 dijelaskan topologi jaringan kantor utama mencakup dua lantai. Di lantai satu, *line* dari mikrotik di bagi menjadi tiga sub koneksi. Semua koneksi nirkable, satu khusus HRD dan dua untuk ruang rapat dan MCC. Di lantai dua, *line* dari mikrtioik di bagi menjadi 3 sub koneksi, satu khusus *PC Designer* dan dua koneksi untuk *Customer Service Online*.

Pada perancangan jaringan Semesta Group memiliki pengalamatan *ip address* sebagaimana dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengalamatan *ip address*

No	Interface	Port (Bridge)	Ip Address	Bandwidth	Subnet mask
1.	ether1-indihome		192.168.100.13/24	100 Mb	255.255.255.0
2.	ether2-firstmedia		192.168.1.6/24	20 Mb	255.255.255.0
3.	Bridge1	port6	192.168.20.1/24	40 Mb	255.255.255.0
4.	Bridge2	Port3 & port7	192.168.30.1/24	20 Mb	255.255.255.0
5.	Bridge3	Port4 & port8	192.168.40.1/24	20 Mb	255.255.255.0

Jaringan *internet* dari 2 *link* ISP (*internet Service Protocol*) didistribusikan ke kantor Semesta Group melalui kabel UTP. Dari *router* pusat yang diterapkan *load balancing* didistribusikan dari port 3,4,6 dengan rincian, *port1* dan 2 untuk *link* ISP. *Port3* mengarah ke *router* *wifi* 1 lantai 2 digunakan untuk divisi *Customer Service Online* 1, *port2* mengarah ke *router* *wifi* 2 lantai 2 untuk divisi *Customer Service Online* 2, *port6* mengarah ke *switch-hub* lantai 1, dari *switch-hub* dibagi kembali dengan rincian *port2* menuju *router* *wifi* 1 untuk ruang HRD, *port3* menuju *router* *wifi* 2 untuk divisi MCC, dan *port4* kabel untuk divisi *Trainer*. Pada *router* pusat *Port7* dan *port8* disediakan apabila sewaktu-waktu diperlukan penambahan perangkat jaringan, *port5* dikhususkan untuk administrator dan keperluan yang mendesak, sedangkan port yang tidak digunakan akan ditutup seperti *port9* dan *port10*.

Pada penerapan *load balancing* metode *Equal Cost Multi Path (ECMP)* yaitu merupakan "*persistent per-connection load balancing*" atau "*per-src-dst-address combination load balancing*". Begitu salah satu *gateway unreachable* atau terputus, *check-gateway* akan menonaktifkan *gateway* tersebut dan menggunakan *gateway* yang masih aktif, sehingga kita bisa mendapatkan *effect failover*. Pada *load balancing* metode *ECMP* diperlukan konfigurasi pada *mangle* dan *ip routes*.

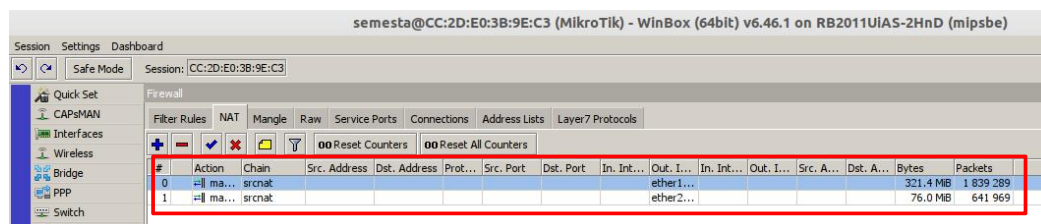
Konfigurasi awal untuk adalah konfigurasi koneksi *internet* dengan memasukkan *ip address* setiap *ethernet* dan memberikan nama *ethernet*. Pada perancangan jaringan ini penulis menggabungkan *ip address* pada berapa *ethernet* dengan konfigurasi *bridge*, menggunakan *DHCP client* untuk kedua *link* dan *DHCP*



*server* untuk distribusi ke *client*. Karena ada dua koneksi *link*, maka akan ada 2 rule NAT masquerade. NAT atau *Network Address Translation* berfungsi menghubungkan *ip private* ke *ip public* supaya dapat mengakses *internet*.

```
Ip firewall nat add chain=srcnat src-address=172.16.100.0/24 out-interface=ether1-internet action=masquerade
```

*srcnat* menyamarkan *ip* privat menjadi *ip public* sehingga dapat terkoneksi dengan *internet* yang pada *ip address* 172.16.100.0/24 pada *interface ether1* yang mengarah ke *internet* kemudian dengan *action masquerade*, artinya paket data dari sumber jaringan lokal akan disamarkan.



#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Prot...	Src. Port	Dst. Port	In. Int...	Out. I...	In. Int...	Out. I...	Src. A...	Dst. A...	Bytes	Packets
0	ma...	srcnat	172.16.100.0/24						ether1...					321.4 MB	1 839 289
1	ma...	srcnat							ether2...					76.0 MB	641 969

Gambar 4. Panel NAT setelah konfigurasi

Selanjutnya konfigurasi *ip firewall mangle* dan *ip route* pada panel winbox dengan memasukkan perintah pada *new terminal*. Penerapan *load balancing* metode *ECMP* pada *router* mikrotik diperlukan konfigurasi *ip firewall mangle* yang berfungsi untuk memetakan sebuah koneksi atau paket data ke *gateway* tujuan dengan membuat *rule mark-connection* dan *mark-routing* kemudian melakukan aturan *routing* supaya koneksi (*outgoing*) *router* tetap melalui *interface* yang sama dengan *interface* trafik pada *router* (*incoming*).

```
/ip firewall mangle
```

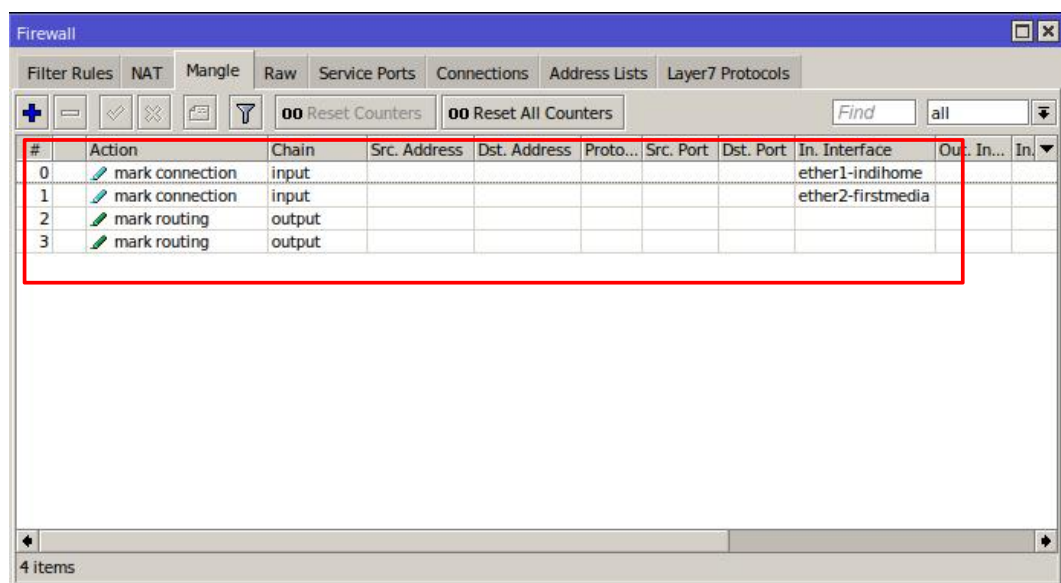
```
add chain=input in-interface=ether1-indihome action=mark-connection new-connection-mark=arah-isp-indihome
```

```
add chain=input in-interface=ether2-firstmedia action=mark-connection new-connection-mark=arah-isp-firstmedia
```

```
add chain=output connection-mark= arah-isp-indihome action=mark-routing new-
routing-mark=isp1-indihome
```

```
add chain=output connection-mark= arah-isp-firstmedia action=mark-routing new-
routing-mark=isp2-firstmedia
```

Chain Input menandai trafik yang masuk menuju ke router mikrotik, in-interface menjadi jalur masuk paket data yaitu ether1-indihome, kemudian action untuk menandai koneksi.



#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Interface	Out. In...	In...
0	mark connection	input						ether1-indihome		
1	mark connection	input						ether2-firstmedia		
2	mark routing	output								
3	mark routing	output								

4 items

Gambar 5. Konfigurasi ip firewall mangle

Selanjutnya konfigurasi pada ip route, pada jaringan Semesta Group memiliki 2 link yang berbeda kapasitas bandwidth maka diperlukan perbandingan bandwidth 5 : 1 untuk membagi beban pada gateway dilakukan dengan konfigurasi pada ip route. Pada konfigurasi ip route ini juga berfungsi sebagai efek failover.

/ip route

```
add dst-address=0.0.0.0/0
```

```
gateway=192.168.1.1,192.168.100.1,192.168.100.1,192.168.100.1,192.168.100.1
```

```
check-gateway=ping
```

disini konfigurasi default route ke masing-masing gateway link koneksi agar router meneruskan semua trafik yang tidak terhubung padanya ke gateway tersebut.

Disini menggunakan fitur routing mark berguna jika salah satu link terputus maka di alihkan ke link yang aktif.

*/ip route*

*add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=192.168.100.1 routing-mark=isp1-indihome*

*add dst-address=0.0.0.0/0 gateway=192.168.1.1 routing-mark=isp2-firstmedia*

	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
AS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether2-firstmedia, 192.168.100.1 r...	1		
AS	0.0.0.0/0	192.168.100.1 reachable ether1-indihome	1	isp1-indihome	
AS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether2-firstmedia	1	isp2-firstmedia	
DS	0.0.0.0/0	192.168.100.1 reachable ether1-indihome	1		
DS	0.0.0.0/0	192.168.1.1 reachable ether2-firstmedia	1		
DAC	192.168.1.0/24	ether2-firstmedia reachable	0		192.168.1.3
DAC	192.168.20.0/24	bridge1 reachable	0		192.168.20.1
DAC	192.168.30.0/24	bridge2 reachable	0		192.168.30.1
DAC	192.168.40.0/24	bridge3 reachable	0		192.168.40.1
DAC	192.168.50.0/24	ether5 reachable	0		192.168.50.1
DAC	192.168.70.0/24	wlan1 reachable	0		192.168.70.1
DAC	192.168.100.0...	ether1-indihome reachable	0		192.168.100.3
DC	192.168.110.0...	ether10 unreachable, ether9 unreachable	255		192.168.110.1

Gambar 6. Konfigurasi *ip routes* pembagian beban dan *failover*

Selanjutnya adalah setting DNS menggunakan open DNS Google 8.8.8.8 dan 8.8.4.4. *Open DNS* menjaga koneksi DNS ke *link gateway* tetap berjalan ketika terjadi *failover*.

Servers
8.8.8.8
8.8.4.4

Dynamic Servers: 192.168.1.1, 192.168.100.1

☒ Allow Remote Requests

Max UDP Packet Size: 4096

Query Server Timeout: 2.000 s

Query Total Timeout: 10.000 s

Gambar 7. Konfigurasi DNS

Setelah melakukan perancangan topologi jaringan selanjutnya adalah tahap implementasi. Tahap implementasi jaringan akan diterapkan pada kantor utama

Semesta Group yang memiliki 2 *link address network* 192.168.100.13 sebagai *link* pertama dan 192.168.1.6 sebagai *link* kedua.

Tahap terakhir yaitu tahap pengujian. Dalam tahap pengujian akan dilakukan skenario pengujian jaringan sebagai berikut:

- Skenario pertama dilakukan pengujian saat load balancing atau kedua koneksi *link* aktif dengan melakukan download file menggunakan xtreme downloader dan streaming di youtube. Ukuran file yang akan di download adalah 143 MB. Streaming youtube menggunakan resolusi 720p (resolusi 1280 x 720).
- Skenario kedua dilakukan saat terjadi *effect failover* yaitu ketika salah satu *link gateway* down dengan melakukan download file menggunakan xtreme downloader dan streaming di youtube. Ukuran file yang akan di download adalah 143 MB. Streaming youtube menggunakan resolusi 720p (resolusi 1280 x 720).
- Skenario ketiga adalah pengujian perbedaan kecepatan koneksi saat terjadi *load balancing* kedua *link* aktif dan saat terjadi *effect failover* yaitu salah satu *link* down menggunakan aplikasi *online* Speedtest.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini digunakan dua *link* koneksi *internet* dengan perbandingan bandwidth 5:1 yaitu 100 Mbps dan 20 Mbps. Pada bagian ini dilakukan pengujian load balancing dan failover serta dilakukan pengukuran perbedaan kecepatan saat load balancing dan saat failover. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada bagian skenario eksperimen pada bab metode penelitian.

#### **3.1 Hasil Load Balancing**

Pada bagian ini dilakukan pengujian terhadap *load balancing* dengan metode *ECMP* terhadap pembagian beban trafik pada kedua jalur koneksi yang dapat dilihat bagian *interface list* melalui *tools* Winbox.



Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack...	Rx Pac...	FP Tx	FP Rx
R bridge1	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R bridge2	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R bridge3	Bridge	1500	1598	336 bps	0 bps	1	0	0 bps	0 bps
R ether1-indihome	Ethernet	1500	1598	52.7 kbps	76.0 kbps	42	53	90.4 kbps	49.1 kbps
R ether2-firstmedia	Ethernet	1500	1598	12.0 kbps	120.2 kbps	7	60	1216 bps	105.8 kbps
RS ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	424 bps	0 bps
S ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R ether5	Ethernet	1500	1598	85.1 kbps	56.5 kbps	58	44	49.2 kbps	88.3 kbps
S ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether8	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
Sfp1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R wlan1	Wireless (Ath...	1500	1600	148.2 kbps	12.1 kbps	17	16	0 bps	12.1 kbps

Gambar 8. Hasil *load balancing* kedua *link* aktif saat *browsing*

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack...	Rx Pac...	FP Tx	FP Rx
R bridge1	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R bridge2	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R bridge3	Bridge	1500	1598	336 bps	0 bps	1	0	0 bps	0 bps
R ether1-indihome	Ethernet	1500	1598	557.9 kbps	19.0 Mbps	879	1 646	584.2 kbps	22.7 Mbps
R ether2-firstmedia	Ethernet	1500	1598	816 bps	83.6 kbps	1	20	784 bps	84.3 kbps
RS ether3	Ethernet	1500	1598	512 bps	0 bps	1	0	424 bps	0 bps
S ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R ether5	Ethernet	1500	1598	512 bps	1024 bps	1	2	2.1 kbps	1560 bps
S ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether8	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
Sfp1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R wlan1	Wireless (Ath...	1500	1600	23.6 Mbps	586.1 kbps	2 031	1 085	0 bps	586.1 kbps

Gambar 9. Hasil *load balancing* kedua *link* aktif

Gambar 8 menunjukkan pembagian *bandwidth* saat *browsing* dan saat dilakukan *download file* video ukuran 143 MBps terlihat bahwa terjadi pembagian beban *bandwidth* yang ditunjukkan pada Gambar 9. Karena kapasitas *bandwidth link* pertama lebih besar maka *link* pertama mendapat pembagian beban yang lebih besar.

### 3.2 Hasil Failover

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian *failover* terhadap koneksi jika salah satu koneksi terputus. *Interface list* pada bagian ini berguna untuk mengetahui beban trafik pada koneksi *internet* kedua *link* saat terjadi *failover*.

Interface	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack...	Rx Pac...	FP Tx	FP Rx
R	bridge1	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	bridge2	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	bridge3	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
X	ether1-indihome	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	ether2-firstmedia	Ethernet	1500	1598	410.8 kbps	10.0 Mbps	599	894	379.7 kbps	10.2 Mbps
RS	ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S	ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	ether5	Ethernet	1500	1598	4.0 kbps	5.2 kbps	2	7	2.5 kbps	4.3 kbps
S	ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S	ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S	ether8	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	sfp1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	wlan1	Wireless (Ath...	1500	1600	10.3 Mbps	383.2 kbps	894	627	0 bps	383.2 kbps

Gambar 10. Hasil failover ketika link 1 terputus

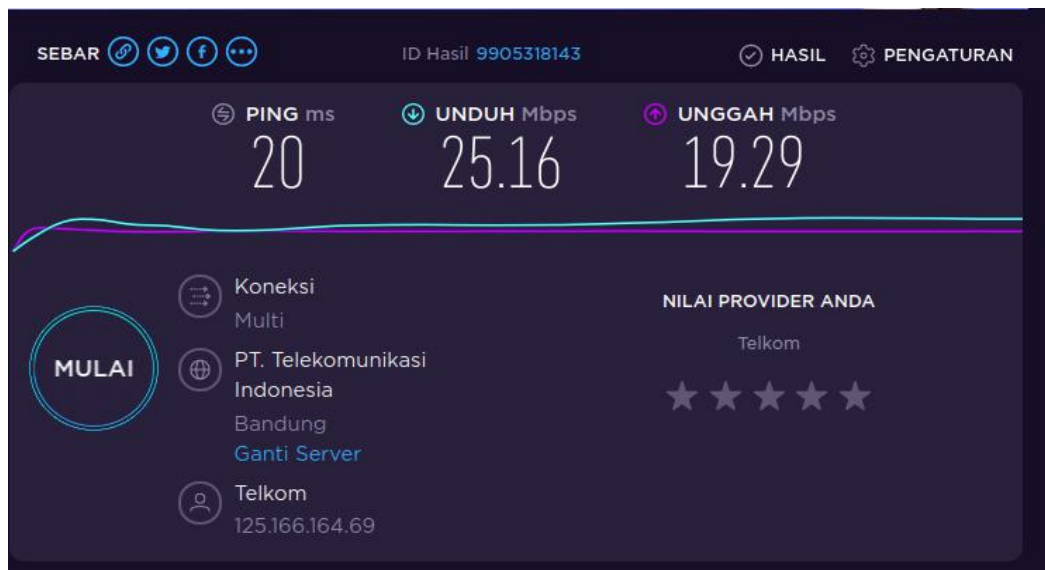
Interface	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Pack...	Rx Pac...	FP Tx	FP Rx
R	bridge1	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	bridge2	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	bridge3	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	ether1-indihome	Ethernet	1500	1598	272.5 kbps	59.6 kbps	54	67	161.7 kbps	2.7 Mbps
X	ether2-firstmedia	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
RS	ether3	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	424 bps	0 bps
S	ether4	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	ether5	Ethernet	1500	1598	32.0 kbps	252.9 kbps	42	41	13.1 kbps	5.1 kbps
S	ether6	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S	ether7	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
S	ether8	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	ether9	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
	sfp1	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R	wlan1	Wireless (Ath...	1500	1600	2.6 Mbps	155.7 kbps	254	190	0 bps	155.7 kbps

Gambar 11. Hasil failover ketika link 2 terputus

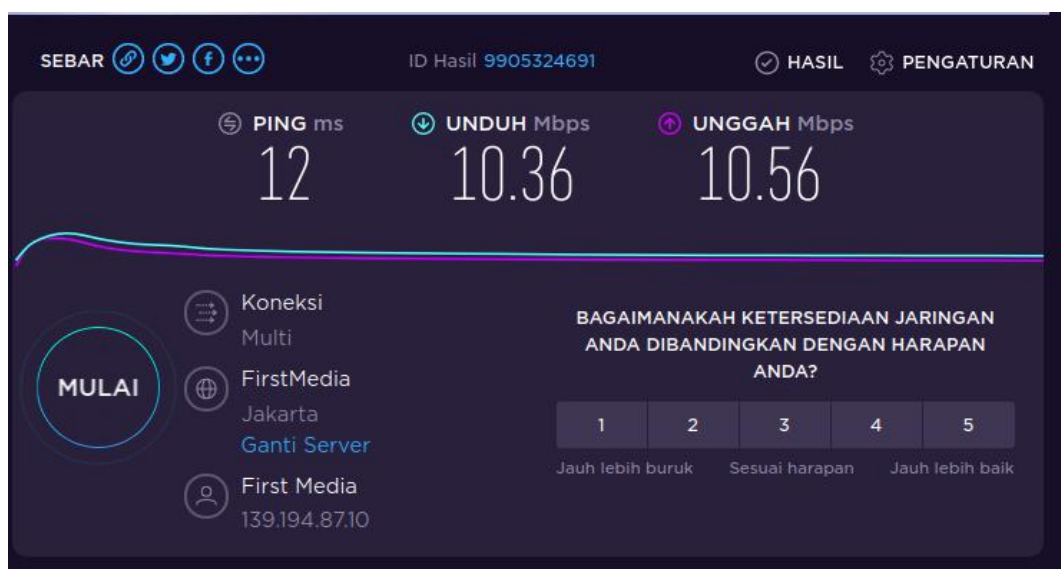
Pada Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan bahwa *load balancing* dengan metode *ECMP* dapat memberikan efek *failover* ketika *link* pertama terputus secara otomatis akan di alihkan ke *link* kedua dan sebaliknya ketika *link* kedua terputus maka beban koneksi akan berpindah ke *link* pertama.

### 3.3 Pengujian Speedtest

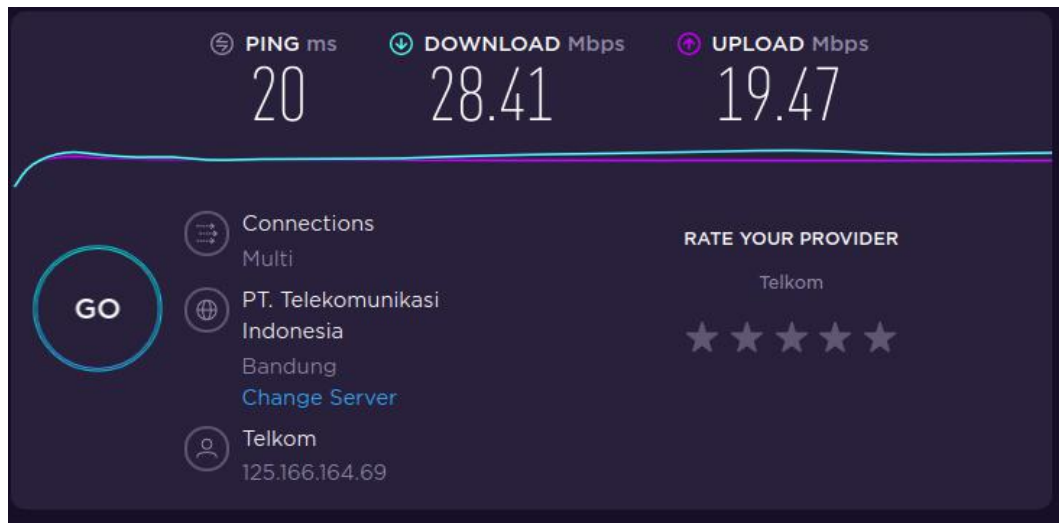
Pada bagian ini dilakukan pengujian kecepatan *upload* dan *download* menggunakan aplikasi speedtest saat *load balancing* kedua *link* aktif dan ketika terjadi efek *failover* atau salah satu koneksi *link* terputus.



Gambar 12. Hasil Speedtest *load balancing* kedua koneksi aktif



Gambar 13. Hasil *failover link* pertama terputus



Gambar 14. Hasil *failover link* kedua terputus

Pada Gambar 12, Gambar 13. dan Gambar 14 menunjukkan kecepatan *upload* dan *download* saat *load balancing* dan ketika *failover*. Kecepatan *upload* dan *download* akan berubah secara otomatis menyesuaikan koneksi yang aktif saat *failover*.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penerapan *load balancing* menggunakan metode *ECMP* pada jaringan Semesta Group dapat berjalan dengan baik dengan perbandingan *gateway* 5:1 yaitu 100 Mbps *link* pertama dan 20 Mbps *link* kedua yang mana *link* pertama yang memiliki kapasitas *bandwidth* yang lebih besar mendapat beban trafik yang lebih besar.
- Efek *failover* pada jaringan Semesta Group berjalan dengan baik ketika koneksi salah satu *link* terputus secara otomatis koneksi akan di pindahkan ke *link* yang aktif.



## 4.2 Saran

Saran dan masukan untuk pengembangan dan peningkatan jaringan Semesta Group sehingga lebih optimal adalah pengadaan dan peningkatan kualitas perangkat jaringan yang mampu memberikan pelayanan ke banyak pengguna, ini dapat memaksimalkan kapasitas bandwidth yang besar supaya dapat digunakan dengan baik dan merata ke semua pegawai.

## PERSANTUNAN

Alhamdulillah tugas akhir yang menjadi syarat kelulusan studi Sarjana 1 di Program Studi Teknik Informatika FKI Universitas Muhammadiyah Surakarta ini dapat penulis selesaikan. Puji syukur kepada Allah yang telah memudahkan segala hal yang menjadi jalan terselesaikannya tugas akhir ini dan ucapan terimakasih kepada Semesta Group yang telah memberikan ruang untuk pelaksanaan penelitian tugas akhir dan segenap pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini, terkhusus kepada orang tua dan istri tercinta yang selalu memanjatkan doa dan memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing penulis beliau Bapak Bana Handaga yang telah mendampingi dalam pengerjaan tugas akhir ini, semoga beliau selalu dalam lindungan Allah. Aamiin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. K., & Nurhaida, I. (2019). Implementasi *load balancing* Menggunakan Metode *equal cost multi path (ECMP)* Pada Interkoneksi Jaringan. Jurnal Telekomunikasi dan Komputer, 9(1), 39.  
<https://doi.org/10.22441/incomtech.v9i1.5003>
- Dani, R., & Suryawan, F. (2017). Perancangan Dan Pengujian *load balancing* Dan *Failover* Menggunakan *Nginx*. Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika, 3(1), 43.  
<https://doi.org/10.23917/khif.v3i1.2939>

- Darmawan, D., & Imanto, T. (2017). Analisa link balancing Dan Failover 2 provider Menggunakan border gateway protocol (BGP) Pada router Cisco 7606s. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 3(3), 326-333. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v3i3.2017.326-333>
- Firdaus, M. I. (2017). Analisis perbandingan kinerja *load balancing* metode *ecmp* (*Equal cost multi-path*) dengan metode *pcc* (*Per connection classifier*) pada mikrotik routerOs. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 8(3), 165. <https://doi.org/10.31602/tji.v8i3.1139>
- Mikrotik.ID : [*Load balance*] *load balance* Metode *ECMP*. (n.d.). Citraweb MikroTik - Cambium Networks – MikroBits. [https://www.mikrotik.co.id/artikel\\_lihat.php?id=76](https://www.mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=76)
- Pambudi, R., & Muslim, M. A. (2017). Implementasi *policy base routing* Dan *Failover* Menggunakan *router* Mikrotik untuk Membagi Jalur Akses *internet* Di FMIPA Unnes. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(2), 57. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.5.2.2017.57-61>